

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 601 544

(21) N° d'enregistrement national :

86 09895

(51) Int Cl<sup>4</sup> : H 05 G 1/02.

JC971 U.S. PRO  
09/879488



06/12/01

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 8 juillet 1986.

(71) Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF (société  
anonyme). — FR.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 15 janvier 1988.

(72) Inventeur(s) : Alain Staron, Christian Claudepierre, Fran-  
çois Micheron et Edmond Chambron.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

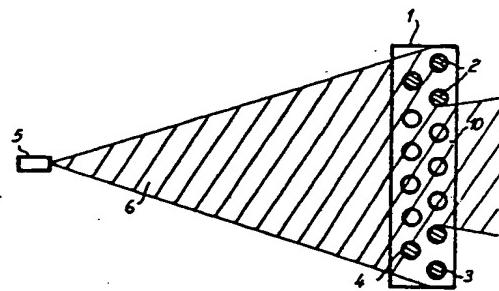
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : G. Lincot.

(54) Diaphragme pour faisceau de radiations électromagnétiques et son utilisation dans un dispositif de collimation de ce faisceau.

(57) Le diaphragme est constitué par au moins une enceinte 1 dans laquelle circule un matériau déformable atténuateur 2 du faisceau de radiations, l'enceinte 1 étant conformée pour permettre au matériau atténuateur 2 d'être introduit de l'extérieur de l'enceinte et d'entourer à l'intérieur de l'enceinte la zone de passage du faisceau de manière que la surface de la zone de passage varie de façon continue avec le volume du matériau présent dans l'enceinte 1.

Application : imageurs à rayons X.



FR 2 601 544 - A1

Diaphragme pour faisceau de radiations électromagnétiques et son utilisation dans un dispositif de collimation de ce faisceau

La présente invention concerne un diaphragme pour faisceau de radiations électromagnétiques et son utilisation dans un dispositif de collimation de ce faisceau.

Elle s'applique notamment dans le domaine médical aux dispositifs 5 d'imagerie à rayons X.

Actuellement les diaphragmes ou iris des appareils de collimation de rayonnement électromagnétiques sont réalisés suivant le principe du diaphragme de l'appareil photographique, où l'agent limiteur de faisceaux est disposé en plaques articulées qui en se déplaçant, délimitent une zone 10 du passage du faisceau, laquelle a, à peu près, la forme d'un disque. La forme de ces plaques est très précise et dépend de la variation souhaitée sur la section de passage, ce qui conduit, pour une grande plage de variation de la section, à utiliser de grandes plaques rigides, et à un encombrement important. Le corollaire de cette contrainte géométrique 15 est la difficulté d'obtenir de petites sections. De plus, les tolérances mécaniques doivent rester très faibles.

Ces difficultés ont conduit à envisager pour les faisceaux à haute énergie des diaphragmes à déplacement de fluide, formés par exemple par une matrice de canaux perpendiculaires aux faisceaux qui sont remplis 20 indépendamment les uns des autres. Cependant ces diaphragmes ont l'inconvénient qu'ils nécessitent des moyens compliqués pour contrôler le déplacement du fluide dans chacun des canaux.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet, un diaphragme pour faisceau 25 de radiations électromagnétiques caractérisé en ce qu'il est constitué par au moins une enceinte transparente aux radiations dans laquelle circule un matériau déformable atténuateur du faisceau de radiations, l'enceinte étant conformée pour permettre au matériau atténuateur d'être introduit de l'extérieur de l'enceinte et d'entourer à l'intérieur de l'enceinte la zone 30 de passage du faisceau de manière que, la surface de la zone de passage varie de façon continue avec le volume du matériau présent dans l'enceinte.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront ci-après à l'aide de la description faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- les figures 1A et 1B des représentations d'un diaphragme respectivement en vue de face et en coupe, formé par deux canalisations en spirale juxtaposées ;
- la figure 2 un dispositif permettant d'alimenter en fluide opacifiant les canalisations du diaphragme représenté aux figures 1A et 1B ;
- 10 - les figures 3 à 6 des modes de réalisation différents du dispositif de la figure 2 ;
  - la figure 7 un mode de réalisation d'un diaphragme muni sur une de ces faces d'un réservoir transparent aux radiations ;
  - la figure 8 un mode de réalisation d'un bouchon pour isoler une colonne de mercure du milieu extérieur à l'intérieur d'une canalisation ;
  - 15 - la figure 9 un mode de réalisation d'un diaphragme rectangulaire ;
  - la figure 10 un mode d'assemblage de plusieurs diaphragmes selon l'invention pour collimater un faisceau à haute énergie ;
- 20 - les figures 11 et 12 d'autres modes de réalisation de diaphragmes rectangulaires ;
  - la figure 13 une autre variante de réalisation d'un diaphragme selon l'invention ;
  - la figure 14 une adaptation d'un diaphragme selon l'invention à un dispositif de collimation de rayons X ;
  - 25 - la figure 15 un exemple d'application du diaphragme selon l'invention à l'acquisition d'images stéréoscopiques ;
  - la figure 16 une mise en œuvre du principe représenté à la figure 15.
- 30 - Un diaphragme pour faisceau de radiations électromagnétiques selon l'invention est représenté aux figures 1A et 1B. Il est constitué par une enceinte 1 dans laquelle circule un matériau déformable 2, fluide ou solide, opaque au faisceau de radiations, guidé dans deux canalisations 3 et 4 en forme de spirales. Ce diaphragme est représenté placé devant une source de radiations électromagnétiques 5 émettant en direction du
- 35

diaphragme un faisceau de radiations 6. Le matériau 2 est introduit de façon continue par des extrémités 7 et 8 des canalisations situées à la périphérie des spirales, il est poussé ou tiré à l'intérieur de celles-ci en direction de leur centre 9. De cette façon, le cheminement du matériau 2 dans les canalisations 3 et 4 vient continûment entourer une section de passage 10 du faisceau 6 au travers du diaphragme qui est ainsi constitué. La section 10 peut ainsi varier de façon continue avec le volume du matériau 2 présent dans chaque canalisation 3 et 4 depuis la périphérie du diaphragme où sont situées les extrémités 7 et 8 des canalisations 3 et 4 jusqu'au centre 9 des deux spirales. A titre d'exemple, le matériau 2 peut être constitué, pour des applications de radiodiagnostic notamment par du mercure ou encore par un câble d'acier ou filin.

Pour assurer une parfaite opacité du diaphragme au faisceau de radiations 6 lorsque le matériau 2 est présent, les deux spirales peuvent être avantageusement juxtaposées et décalées l'une par rapport à l'autre de la façon représentée sur la vue en coupe de la figure 1B où les spires formées par la canalisation 3 viennent masquer le rayonnement traversant l'espace entre spires de la canalisation 4.

Egalement, il va de soi que pour assurer une bonne transparence de la section de passage 10 au rayonnement, les parois des canalisations doivent être formées par un matériau qui est lui-même transparent à ce rayonnement. A ce titre on pourra utiliser le plexiglass dans les applications médicales de radiodiagnostic pour réaliser cette transparence.

Pour fonctionner correctement, il est nécessaire d'ajointre, au diaphragme qui vient d'être décrit, des moyens d'actionnement pour déplacer le matériau 2 dans les canalisations 3 et 4.

Dans le cas où le matériau 2 est un solide, et est constitué par exemple par un câble d'acier, une extrémité du câble d'acier peut être fixée à tous moyens d'actionnement connus, non représentés, capable de pousser ou de tirer le câble à l'intérieur des canalisations 3 et 4.

Par contre, dans le cas où le matériau 2 est un fluide les moyens d'actionnement doivent permettre d'aspirer ou de refouler de façon continue et à volonté le fluide dans les canalisations 3 et 4 pour permettre le réglage de la section de passage 10 des radiations.

Ces moyens d'actionnement sont constitués sur la figure 2, par

une pompe aspirante et refoulante 11 couplée entre les extrémités 7 et 8 des canalisations 3 et 4 et par un réservoir d'alimentation en fluide 12, la pompe 11 étant actionnée par des moyens de commande électrique 13.

Dans le cas, d'une utilisation du mercure comme fluide absorbeur, 5 les sorties centrales des spirales pourront être soit fermées, le mercure restant en contact avec le vide ou avec un gaz inerte sous faible pression, soit ouvertes, pour assurer éventuellement la circulation d'un fluide transparent aux radiations dont l'indice optique est adapté à celui de la structure qui le contient. Dans ce dernier cas, le dispositif de la figure 2, 10 ainsi que la partie centrale 9 du diaphragme pourront être modifiées suivant les exemples représentés aux figures 3 à 7 où les éléments similaires à ceux des figures 1A, 1B et 2 ont été représentés avec les mêmes références.

Sur la figure 3, l'alimentation d'une spirale en fluide opaque 15 contenue dans le réservoir 12 est réalisée par la pompe 11 placée à une extrémité 7 ou 8 d'une canalisation et l'alimentation en fluide transparent contenu dans un réservoir 14 est réalisée par une pompe 15 couplée à la canalisation au centre 9 de la spirale.

Les pompes 11 et 15 poussent à tour de rôle le fluide opaque ou le 20 fluide transparent à l'extrémité de la canalisation à laquelle elles sont branchées.

Sur la figure 4, une seule pompe 11 aspirante et refoulante est couplée en circuit fermé entre un réservoir de fluide opaque 12 et un réservoir de fluide transparent 14, tous deux étant en communication l'un 25 avec une extrémité 7 ou 8 d'une canalisation, l'autre, avec l'autre extrémité de la canalisation située au centre 9 de la spirale. Suivant une autre variante de réalisation, le dispositif de la figure 4 représenté à la figure 5, les deux réservoirs 12 et 14 sont confondus dans un seul réservoir mixte 16.

30 Plutôt que de disposer des réservoirs à l'extérieur du diaphragme une autre solution qui est représentée aux figures 6 et 7 consiste à prévoir directement au centre 9 à la sortie d'une spirale un réservoir 17 en communication directement à cette sortie et transparent au faisceau de radiations. Par exemple, dans le cas d'un diaphragme alcool-mercure, le 35 réservoir 17 qui est accolé aux spires du diaphragme pourra contenir

avantageusement l'alcool qui est le fluide transparent aux radiations et dans ce cas la pompe 11 pourra fonctionner en circuit fermé entre le réservoir d'alimentation en mercure 12 et le réservoir 17 d'alcool directement accolé au diaphragme.

5 On notera cependant que, selon encore une autre variante de réalisation de l'invention représentée à la figure 8, le liquide transparent pourra être réduit à l'état d'un bouchon 18 situé à l'avant de la colonne le liquide opaque se déplaçant avec elle, le but de ce bouchon d'alcool étant d'éviter l'oxydation qui produit le vieillissement du mercure et le dégagement de vapeur nocive du mercure.

10 Le diaphragme selon l'invention n'est pas non plus limité à la forme des canalisations qui viennent d'être décrites, en effet, les canalisations 3 et 4 au lieu d'être enroulées à la manière d'une spirale, peuvent être repliées plusieurs fois à angle droit dans le même sens pour former 15 dans un même plan des spires rectangulaires jointives de la façon représentée à la figure 9, et obtenir un diaphragme rectangulaire.

Egalement comme ceci est représenté à la figure 10 plusieurs 20 diaphragmes peuvent être montés juxtaposés les uns aux autres de la façon représentée à la figure 10 chaque diaphragme étant relié à un dispositif de pompage, du type précédemment décrit, ce qui permet de réaliser indifféremment des collimations rectangulaire ou circulaire du faisceau de radiations.

D'autres formes de diaphragmes rectangulaires peuvent également 25 être obtenues en organisant les canalisations non pas sous forme de spirales ou sous forme de spires repliées à 90° comme ceci à été précédemment décrit mais sous la forme de serpentins se croisant suivant une organisation matricielle du type représenté aux figures 11 et 12, ce qui permettra éventuellement de définir des champs d'irradiations rectangulaires non centrés.

30 Enfin, suivant encore une autre variante réalisation d'un diaphragme selon l'invention qui est représentée à la figure 13, l'enceinte peut comporter une structure alvéolée alimentée à sa périphérie en mercure et en son centre en alcool. Dans l'exemple de la figure 13, l'enceinte est constituée par une cloison cylindrique 19 qui renferme un 35 espace compris entre deux plaques planes 20 et 21. L'espace

entre les deux plaques 20 et 21 est compartimenté par des cloisons 22 délimitant sur chacune des plaques des secteurs circulaires régulièrement répartis autour du centre des plaques 20 et 21. Un trou 23<sub>a</sub> percé au centre de la plaque 21 met en communication l'enceinte avec un réservoir 5 d'alcool 23<sub>b</sub> accolé à la plaque 21. Le mercure est amené à la périphérie de l'enceinte par un ajutage 24 traversant la cloison cylindrique 19. Les cloisons 22 sont séparées de la cloison 19 par un espace suffisant pour permettre au mercure de pénétrer dans chacun des espaces délimités par les cloisons 22.

10 Une adaptation d'un diaphragme selon l'invention à un dispositif de collimation de rayons X pour appareil de radiodiagnostic est représenté à la figure 14.

Sur la figure 14 le dispositif de collimation comporte de façon connue différentes plaques opaques aux rayons X non référencées, réalisant une collimation selon un format rectangulaire d'un faisceau de rayons X issu d'un foyer 24 pour adapter ce faisceau aux formes des détecteurs 15 rectangulaires (films) ou des organes des patients irradiés.

Un diaphragme à iris à fluide 25 selon l'invention, réalise une collimation du faisceau de rayons X émis par le foyer 25 selon une forme 20 circulaire adaptant le faisceau de rayons X aux formes des détecteurs des appareils et notamment à celles des amplificateurs de brillance ou à celles des organes à irradier. Un faisceau lumineux 26 émis par une source 27 au travers d'une plaque semi-transparente 28 permet d'éclairer le diaphragme 25 avec la géométrie que le faisceau de rayons X émis par la 25 source 24 pour centrer l'objet à examiner dans le faisceau, dans ce réglage la transparence de l'alcool et la non transparence du mercure permettent la collimation du faisceau lumineux par le diaphragme 25.

La faible masse mise en mouvement (mercure) permet une dynamique rapide pour adapter la dimension du faisceau à la dimension d'un 30 objet 29 à examiner. Par exemple dans le cas d'acquisition d'images stéréoscopiques on peut utiliser de la façon représentée figure 15, un tube de rayons X dont deux foyers F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> sont séparés. La prise de clichés 30 s'effectue alternativement sur l'un et l'autre foyer, mais une limitation de la cadence d'acquisition pourra provenir entre autre de la mise en 35 mouvement due à l'inertie des moyens de collimation 25 qui ont à se

déplacer d'un faisceau à l'autre en synchronisme avec l'émission des rayons X.

Une solution représentée à la figure 16 permet en commandant soit une pompe  $P_1$  soit une pompe  $P_2$  de régler la collimation d'un faisceau de rayons X par un diaphragme 25 à la dimension de l'objet examiné. Puis en commandant les deux pompes  $P_1$  et  $P_2$  en même temps dans un sens puis dans l'autre, de suivre le faisceau de rayons X issu du foyer  $F_1$  puis du foyer  $F_2$ .

REVENDICATIONS

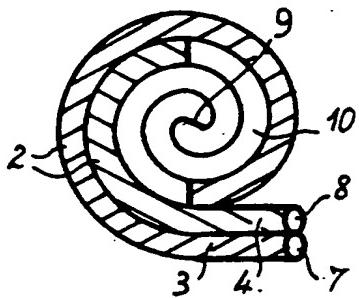
1. Diaphragme pour faisceau de radiations électromagnétiques caractérisé en ce qu'il est constitué par au moins une enceinte (1) dans laquelle circule un matériau déformable atténuateur (2) du faisceau de radiations, l'enceinte (1) étant conformée pour permettre au matériau atténuateur (2) d'être introduit de l'extérieur de l'enceinte et d'entourer à l'intérieur de l'enceinte la zone de passage du faisceau de manière que, la surface de la zone de passage varie de façon continue avec le volume du matériau présent dans l'enceinte (1).
2. Diaphragme selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau atténuateur (2) est constitué par un solide déformable à l'intérieur de l'enceinte.
3. Diaphragme selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau atténuateur (2) est un fluide.
4. Diaphragme selon les revendications 1 et 3, caractérisé en ce que l'espace de la canalisation non occupée par le mercure est rempli par un fluide transparent aux rayons X.
5. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le fluide transparent aux rayons X a un indice optique adapté à celui de la structure.
6. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau atténuateur (2) est du mercure.
7. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enceinte comprend une canalisation (3, 4) enroulée sur elle-même en forme de spirale.
8. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend deux canalisations (3, 4) en forme de spirales juxtaposées l'une à l'autre dans une direction perpendiculaire à leur plan et décalées l'une par rapport à l'autre pour que les spires d'une spirale recouvrent entièrement l'espace entre spires de l'autre spirale, de façon à assurer une parfaite opacité aux radiations de la partie des spirales parcourues par le matériau atténuateur (2).
9. Diaphragme selon les revendications 2 et 6, caractérisé en ce que les extrémités des canalisations situées au centre (9) des spirales sont fermées.

10. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enceinte est constituée par une canalisation (3, 4) plusieurs fois repliée à angle droit sur elle-même et dans un même plan.

11. Diaphragme selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé  
5 en ce que l'enceinte est constituée par au moins une canalisation en forme de serpentin permettant de définir des champs d'irradiations rectangulaires non centrés.

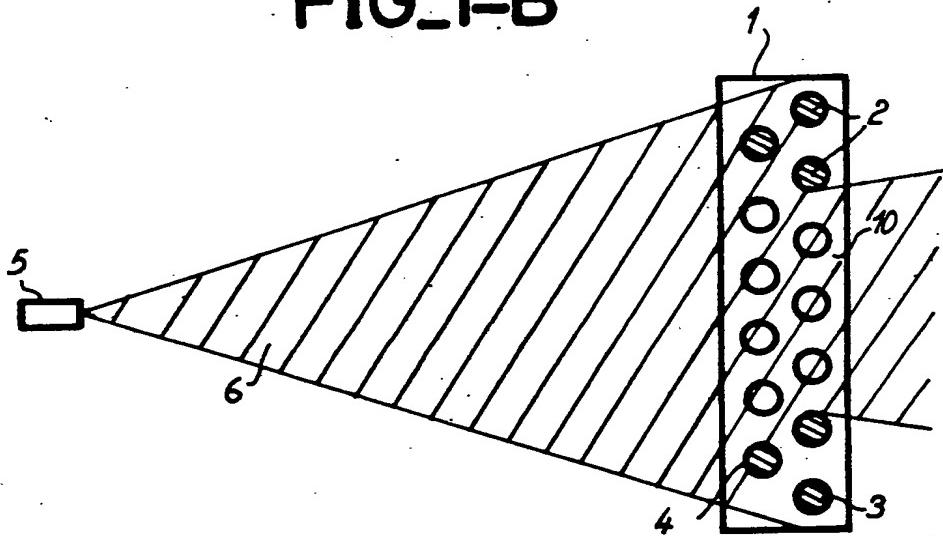
12. Diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enceinte (1) comprend une structure alvéolée (22) alimentée à sa périphérie (24) en mercure et en son centre (23) en alcool.  
10

13. Utilisation du diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 à un dispositif de collimation d'un faisceau de radiations électromagnétiques.



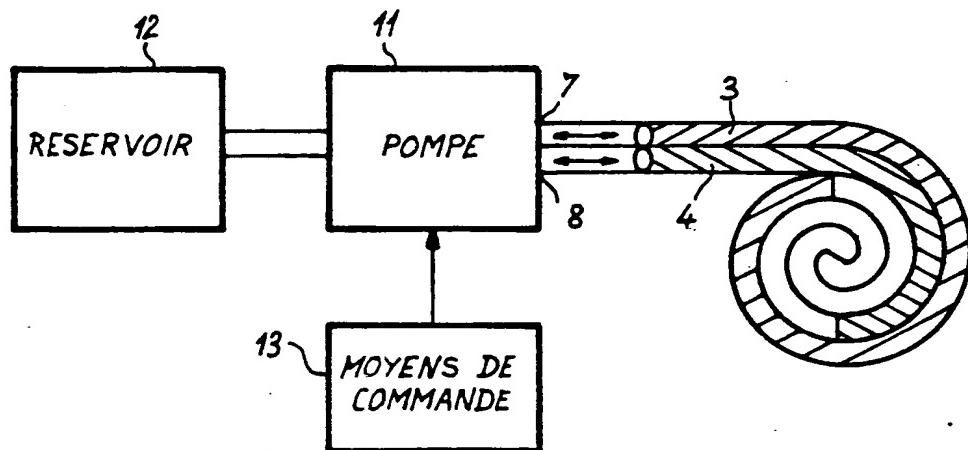
**FIG\_1-A**

**FIG\_1-B**

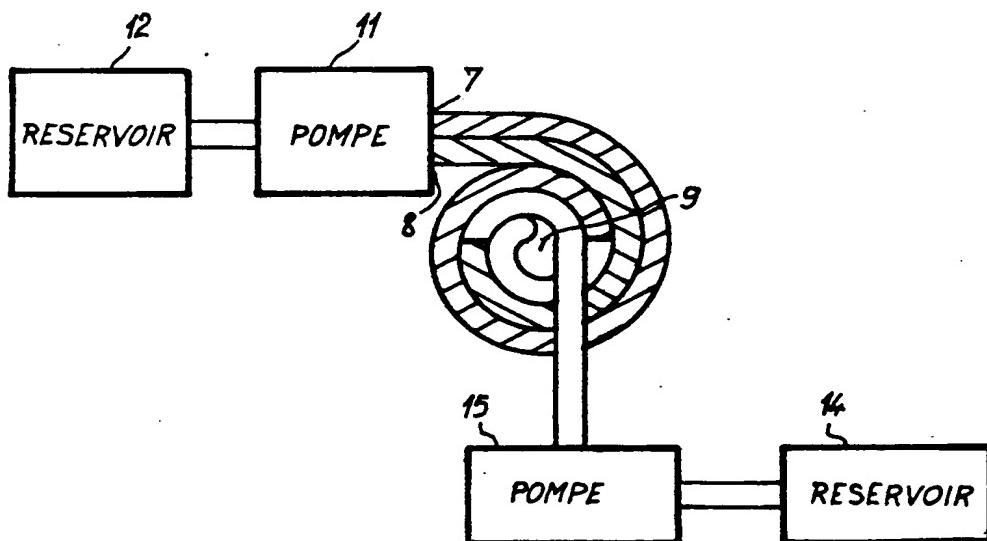


2/7

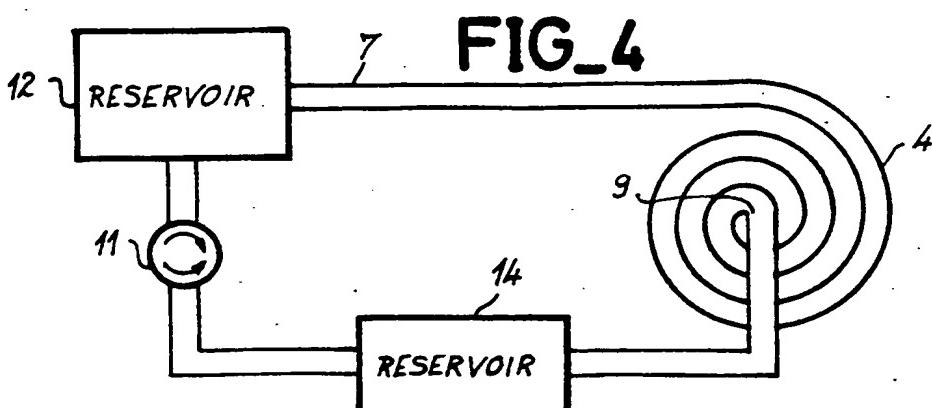
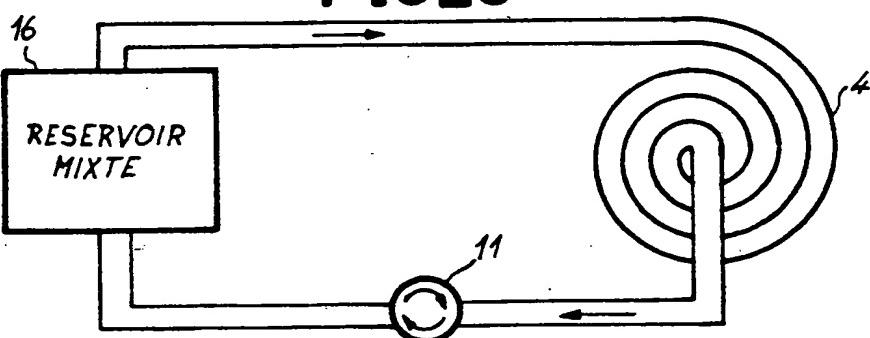
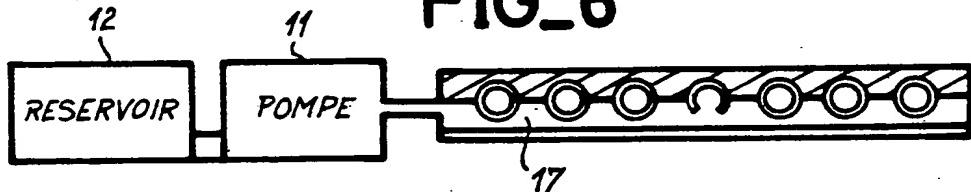
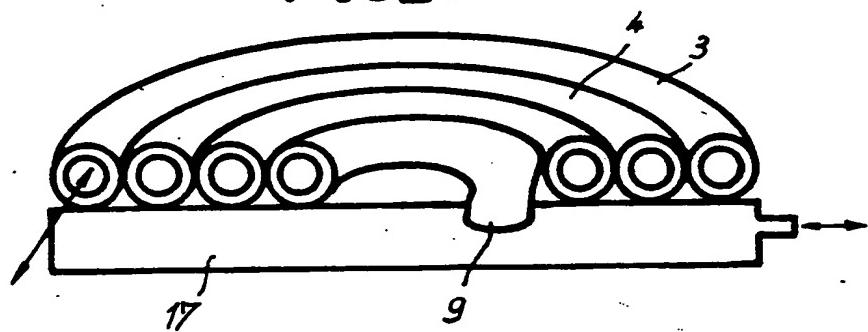
FIG\_2



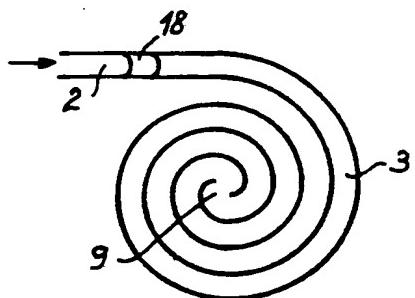
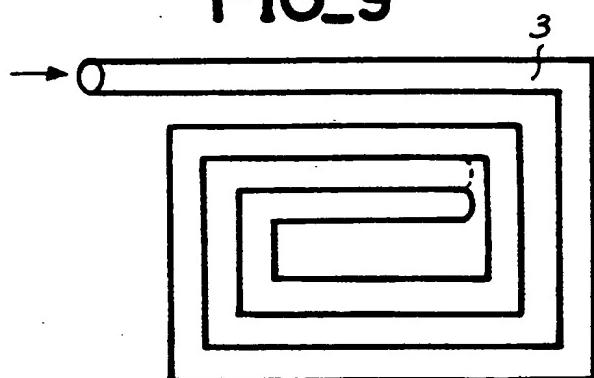
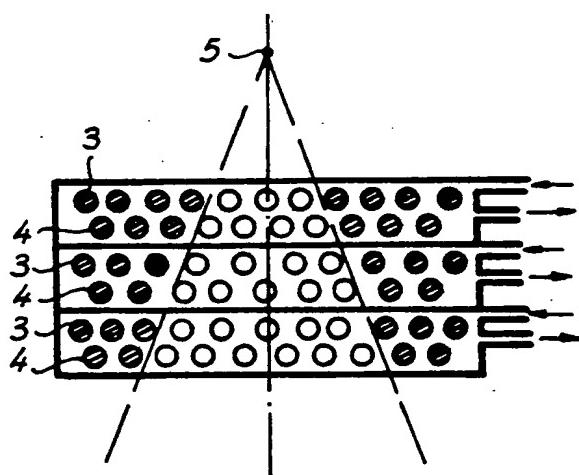
FIG\_3



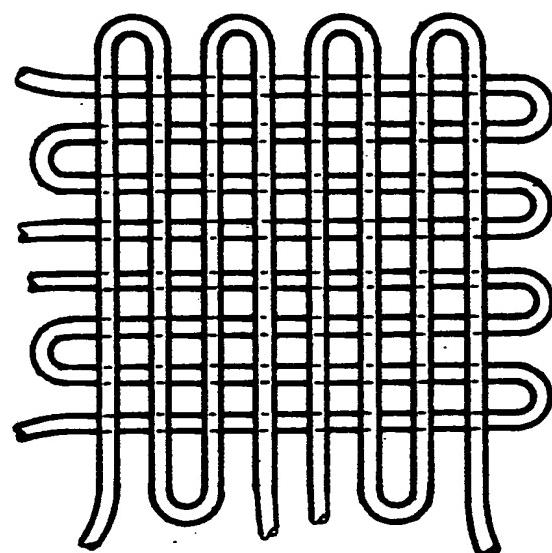
3/7

**FIG\_5****FIG\_6****FIG\_7**

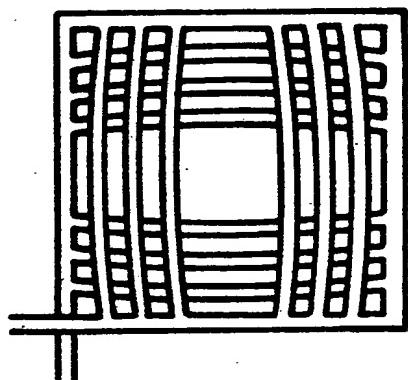
417

**FIG\_8****FIG\_9****FIG\_10**

5/7

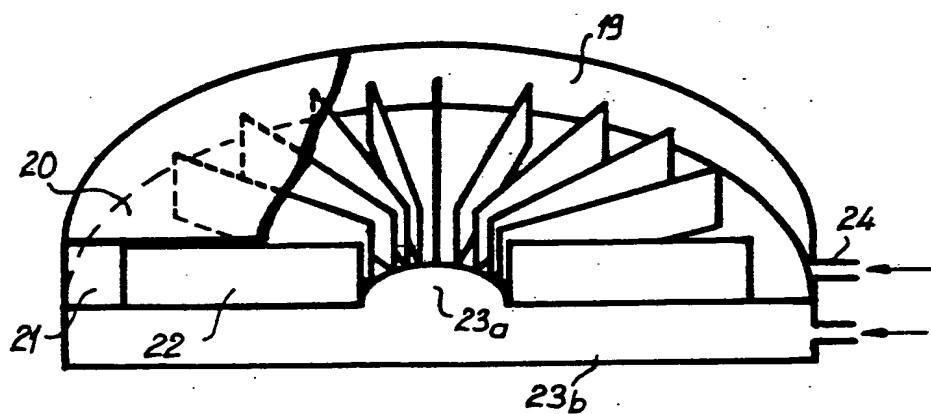


FIG\_11



FIG\_12

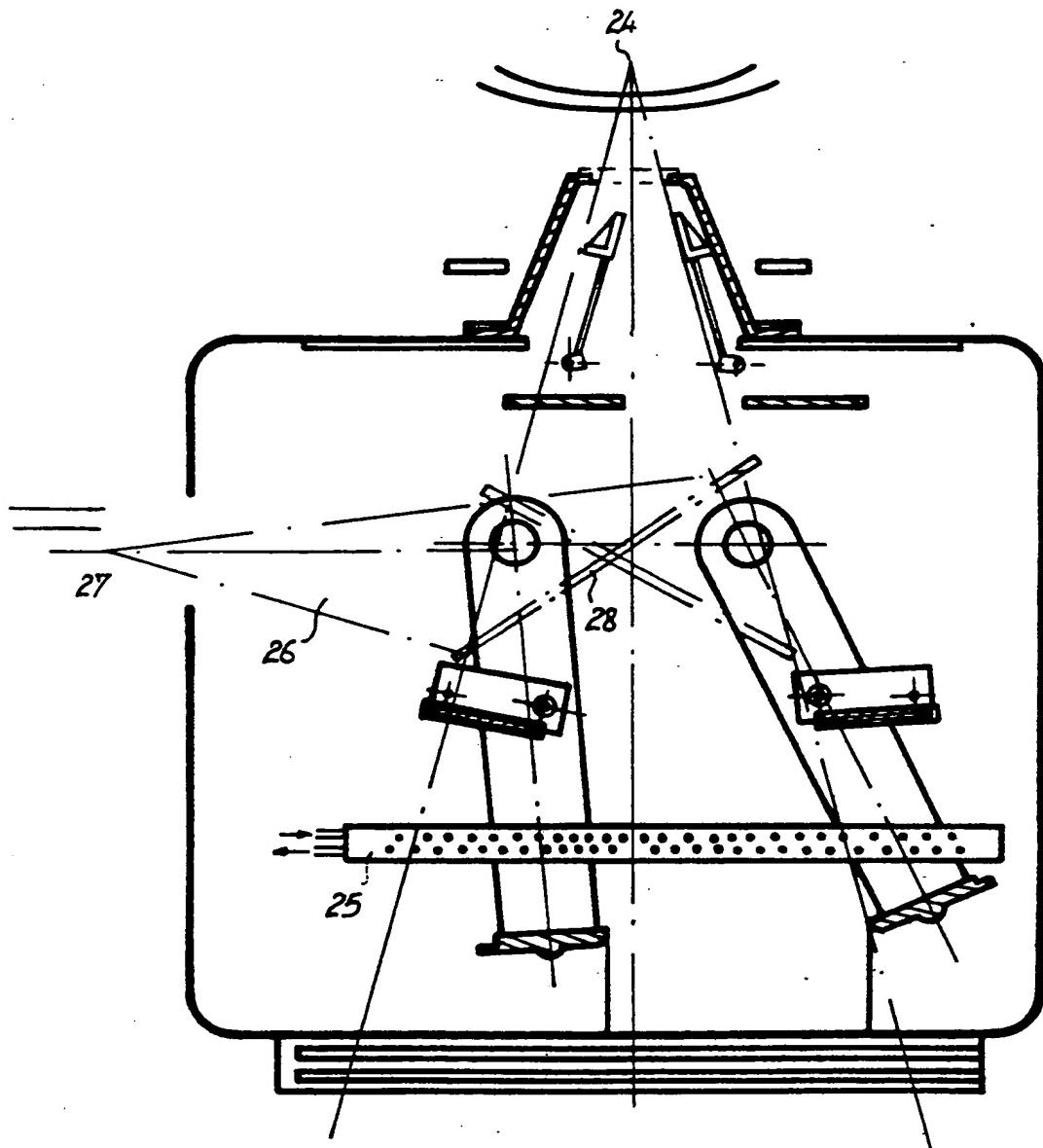
FIG\_13



617

2601544

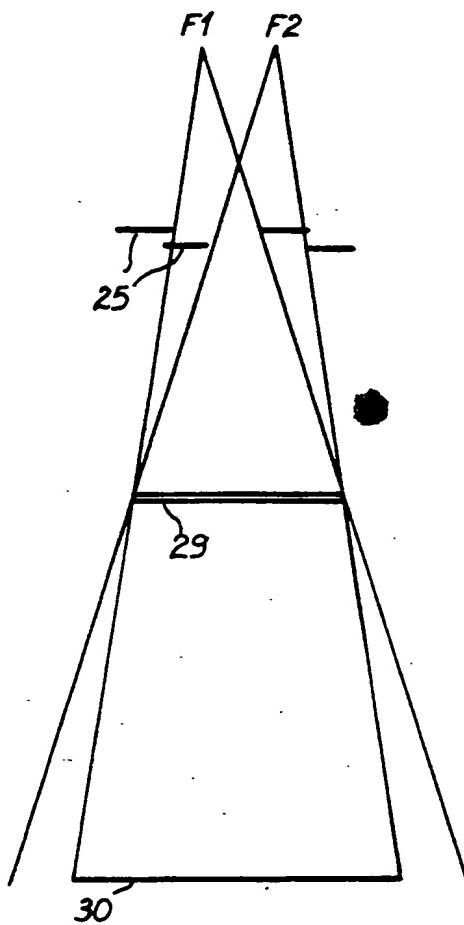
## FIG\_14



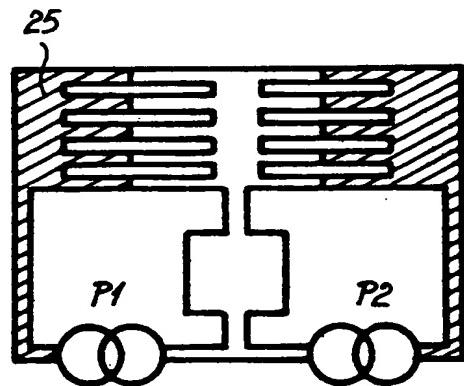
7/7

2601544

## FIG\_15



## FIG\_16



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**